# Arbeitsblatt **Die Lichtgeschwindigkeit nach Ole Rømer**

Während die Erde sich dem Planeten Jupiter nähert oder sich von ihm entfernt, ändern sich die Lichtlaufzeiten zwischen den beiden Planeten. Dadurch ergeben sich scheinbar Differenzen in der Umlaufzeit eines Jupitermondes. Dies hatte als erster der Däne *Ole Rømer* erkannt. Er wertete um das Jahr 1676 entsprechende Beobachtungsreihen für den innersten galileischen Mond Io aus und fand, dass Licht für das Durchlaufen einer Strecke von der Länge des Erdbahndurchmessers etwa 22 Minuten benötigt. Das war eine der wichtigsten Entdeckungen in der Physikgeschichte. *Rømer’*s Auffassung konnte sich nur zögerlich gegen die damals herrschende Ansicht einer unendlich schnellen Lichtausbreitung durchsetzen und wurde erst 1728 endgültig bestätigt, als *James Bradley* die Aberration des Sternenlichtes entdeckte.

**Informieren Sie sich über das Rømer’sche Verfahren !**

Die Zeitpunkte der beobachtbaren Verfinsterungen der galileischen Monde und die geozentrischen Entfernungen Jupiters sind in den Himmelsjahrbüchern (z. B. *Kosmos Himmelsjahr* oder *Ahnert’s Astronomisches Jahrbuch*) tabelliert; damit können wir die *Rømer’*sche Entdeckung bequem nachvollziehen. In der folgenden Tabelle sind die nötigen Daten aus dem Ahnert-Jahrbuch 1992 eingetragen:



Legen Sie sich eine Excel-Tabelle nach dem gegebenen Muster an. Bevor Sie die Zeitpunkte der Verfinsterungsenden (VE) in Ihre Tabelle übertragen, müssen Sie die Spalte B geeignet formatieren (*Format – Zellen – Zahlen – Datum*). Spalte G enthält die Entfernungen Δ zwischen Erde und Jupiter. In Zelle D6 wird die Differenz der Zeitpunkte zwischen dem nullten und ersten Verfinsterungsende berechnet (in min): = (B6‒$B$5)\*24\*60; durch Kopieren wird dann die ganze Spalte D ausgefüllt. In Spalte E stehen die Zeiten $k∙P\_{Io}$, die bis zum *k*-ten VE verstreichen würden, wenn der Abstand Erde ‒ Jupiter gleich bliebe und sich sonst keine Bedingungen veränderten. In Spalte F werden die Lichtlaufzeiten *tL*(*k*) für die Strecken Δ(*k*) – Δ(0) eingetragen, die Formel müssen Sie sich überlegen; daraufhin ist es ein Leichtes, die entsprechenden Werte *c*(*k*) der Lichtgeschwindigkeit in die Spalten H und I zu bringen (ab der 4. Verfinsterung). Leichte Schwankungen in der synodischen Umlaufperiode Io’s – streng genommen gilt der angegebene *PIo*-Wert nur zum Zeitpunkt der Jupiteropposition – und andere Einflüsse bringen es mit sich, dass die Werte für *c* unterschiedlich ausfallen, je nachdem wie viele Io-Umläufe man in Betracht zieht. Die begrenzte Genauigkeit der Zeitangaben erzeugt statistische Schwankungen, die eine kleine Fehlerrechnung notwendig machen.

**Angaben zur Fehlerrechnung**:

Die in den Spalten B angegebenen Zeiten sind bis auf 0,05 min genau. Der absolute Fehler von *PIo*beträgt 0,01 min. Demgegenüber ist die Ungenauigkeit der Entfernung Δ vernachlässigbar: $\frac{∆c(k)}{c(k)}=\frac{∆\left(∆(k)\right)}{∆(k)}+\frac{∆\left(t\_{L}(k)\right)}{t\_{L}(k)}≈\frac{∆\left(t\_{L}(k)\right)}{t\_{L}(k)}$ .

Δ*tL*(*k*), der absolute Fehler von *t*L(*k*), setzt sich zusammen aus dem *k*-fachen Fehler von *PIo* und dem Fehler des Zeitunterschieds, der jeweils in Spalte D entsteht. Mit diesen Vorgaben können Sie die Spalte J ausfüllen.

**Fragen:**

* Warum sind die Fehler Δ*c* bei kleinem *k* so groß ?
* Warum lassen sich nach der Opposition keine Verfinsterungs-Anfänge beobachten ? Wie ist die Situation vor der Opposition ?